

ЭКОНОМИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ

УДК 338.58, 338.054.23

Е.В. Антоненко, аспирант,¹
г. Челябинск, Россия

ОЦЕНКА ТРАНСАКЦИОННЫХ ИЗДЕРЖЕК ВЕДЕНИЯ ПЕРЕГОВОРОВ И ЗАКЛЮЧЕНИЯ КОНТРАКТА НА ПРОМЫШЛЕННОМ ПРЕДПРИЯТИИ

В статье рассмотрен процесс проведения переговоров промышленного предприятия с поставщиком. Построена математическая модель, в которой процесс переговоров представлен как игра двух игроков, имеющих конфликтные интересы. Выделены две фазы переговоров. В первой фазе, до достижения зоны согласия, на каждом шаге происходят значительные изменения в предложениях игроков. Во второй фазе, когда зона согласия определена, новые предложения выдвигаются игроками значительно осторожнее. Ожидаемое число раундов, необходимых для завершения переговоров, находится по стратегии tit-for-tat, согласно которой поведение игрока основывается на поведении противоположной стороны переговоров. В соответствии с ожидаемым числом раундов переговоров, в модели формируются предложения игроков. Для получения реалистичных результатов каждому игроку присваивается сила, определяющая эффективность переговорного процесса. Представлена методика расчета коэффициентов силы покупателя и продавца. Проведена классификация транзакционных издержек ведения переговоров и заключения контракта на промышленном предприятии. Приведены формулы для расчета транзакционных издержек. Разработано программное средство, позволяющее проводить моделирование процесса переговоров, определять ожидаемое число раундов переговоров, итоговую сумму контракта, сумму транзакционных затрат промышленного предприятия в каждом раунде, а также находить оптимальную полную стоимость контракта с учетом транзакционных затрат. Работа программного средства показана на модельном эксперименте: проведен расчет транзакционных издержек и оптимизация полной стоимости контракта. Результаты исследования могут быть использованы промышленными предприятиями для расчета полной стоимости контракта с учетом транзакционных издержек. Наиболее эффективное использование данного программного средства возможно в качестве составляющей динамической модели отношений «промышленное предприятие – поставщики», в которой учитывается время, затрачиваемое на переговоры, репутация и качество выполнения контрактных обязательств.

Ключевые слова: моделирование переговоров; сила покупателя; сила продавца; оценка транзакционных издержек переговоров; оптимизация полной суммы контракта.

Актуальность темы исследования

Целью переговоров, проводимых промышленным предприятием с контрагентами, является достижение максимально выгодных условий контракта. Чем существеннее сумма заключаемого контракта, тем важнее становится результат процесса переговоров. При значительной сумме контракта повышение эффективности ведения переговоров даже на небольшую величину приумножает конкурентные преимущества предприятия.

Многие бизнес-процессы, в том числе и процесс переговоров, могут быть автоматизированы. Автоматизированные переговоры являются важным механизмом достижения согласия между лицами, принимающими

¹ Антоненко Елизавета Викторовна – аспирант кафедры экономики и финансов Южно-Уральского государственного университета (Национального исследовательского университета), г. Челябинск, Россия (454080, г. Челябинск, пр. Ленина, 76); e-mail: Elizaveta.Antonenko@susu.ru.

ми решение [1, 2]. Они широко изучались с позиции электронной коммерции, и можно увидеть, что автоматизированные переговоры хорошо подходят для решения проблем координации и кооперации в сложных системах путем предоставления механизма, позволяющего агентам достигать согласия. Ученому сообществу были представлены множество моделей для решения широкого спектра проблем в переговорах [3]. Однако большая часть этих подходов работает только в весьма ограниченных условиях для конкретных сценариев. Существенным недостатком известных моделей является тот факт, что они не принимают во внимание транзакционные издержки предприятия. Между тем оценка величины транзакционных издержек в ходе переговоров и их учет в полной стоимости контракта способствует получению более точного результата. В связи с этим, проводимое нами исследование по разработке программного средства для моделирования переговоров, позволяющее рассчитать полную стоимость контракта с учетом транзакционных издержек, является актуальным.

Степень изученности и проработанности проблемы

Переговоры могут рассматриваться как игра, состоящая из нескольких раундов, в которой игроки действуют последовательно. Для моделирования такой игры применяется дерево игры. Решение игры может быть найдено с помощью аксиоматического подхода Нэша [4]. При этом предполагается, что выполнены две предпосылки: в случае отказа от переговоров стороны получают нулевую полезность и оба игрока знают функции полезности друг друга. Нэш показал, что единственное решение, которое удовлетворяет четырем аксиомам рациональности, – это решение, в котором максимизируется произведение полезностей обоих агентов. Сам процесс перегово-

ров при этом является черным ящиком, важен лишь результат.

Взамен аксиоматического подхода Нэша Рубинштейн ввел протокол переговоров и проанализировал поведение рациональных агентов, которые действуют согласно этому протоколу [5]. Переговоры, по Рубинштейну, могут длиться неограниченное число раундов, но с целью скорейшего достижения согласия им введено предположение, что игроки несут постоянные издержки каждый раунд переговоров и полезность получаемого результата снижается с каждым раундом.

В исследованиях, посвященных проблеме переговоров, можно найти два типа стратегий: стратегии, зависящие от времени (time-dependent strategy) [6, 7, 8], и стратегии, зависящие от поведения (behavior dependent strategy) [9, 10].

Среди стратегий, зависящих от времени, можно выделить три общих типа: «консервативный» (conservative), где игрок продолжает настаивать на своем начальном предложении, пока не наступит дедлайн [11], а затем быстро идет на уступки вплоть до минимально приемлемой цены; «линейный», где игрок имеет линейную функцию полезности; «уступчивый» (conciliatory) – в начале переговоров игрок быстро идет на уступки вплоть до минимально приемлемой цены. Поведение игрока в этих типах стратегий не зависит от действий второго игрока.

Второй тип стратегий основывается на поведении другого игрока. К примеру, стратегия tit-for-tat [9] копирует поведение другого игрока: малая уступка одного приводит к малой уступке другого. В этом типе стратегий ходы игроков делятся на удачные, которые увеличивают полезность обеих сторон и эгоистичные, которые увеличивают полезность только одной стороны. Следует отметить, что стратегии tit-for-tat хорошо подходят для автоматизации пере-

говоров, однако требуется знать функцию полезности другого игрока. В автоматизированных системах функции полезности могут быть приблизительно определены, но требуется довольно много времени для анализа последовательности ходов игрока.

Предлагаемые методы и подходы

Для поиска полной суммы контракта с учетом трансакционных издержек нами выдвинуто предположение, что конечная цена переговоров будет определяться в соответствии с коэффициентами силы игроков. Для того чтобы определить, в каком раунде следует ожидать завершения переговоров, мы воспользовались поведенческой стратегией *tit-for-tat*. Однако применение такой стратегии для расчета промежуточных предложений игроков не приемлемо, поскольку она применима только в случае равных сил игроков. Для учета силы игроков необходимо моделировать переговорный процесс, используя стратегию, зависящую от времени (время окончания переговоров получено нами ранее). По нашему мнению, три стратегии игроков (консервативная, линейная и уступчивая) являются чрезмерно экстремальными и не отражают существующего положения вещей. В реальных переговорах стороны применяют менее экстремальные стратегии, в которых игроки плавно приходят к соглашению. Для моделирования менее экстремальных стратегий нами применены тригонометрические функции. Исход переговоров будет определяться в соответствии с теоремой о том, что с наступлением дедлайна предложение рационально действующего агента будет равно его минимальной допустимой полезности [13].

В результате появляется возможность оценивать трансакционные издержки в каждом раунде переговоров, а также прогнозировать полную стоимость контракта для различных комбинаций сил игроков.

Процесс переговоров

Рассмотрим процесс проведения переговоров между промышленным предприятием и его поставщиком. Каждый из контрагентов стремится заключить договор на максимально выгодных для него условиях. Предположим, что наилучшим для продавца будет получить согласие покупателя на предложение, равное 1, в то время как наилучшим исходом для покупателя будет получить согласие продавца на предложение, равное 0. Все возможные исходы контракта заключены в промежутке от 0 до 1.

Поставщик (игрок *A*) имеет целью продать товар по как можно более высокой цене. В свою очередь промышленное предприятие (игрок *B*) имеет целью приобрести товар по как можно более низкой цене. Наблюдается конфликт интересов и идеальные для любого игрока условия на практике не достижимы.

Пусть переговоры начинает игрок *A* и выдвигает игроку *B* условия контракта (начиная с наилучших для игрока *A*). Реакцией игрока *B* может стать одно из следующих действий:

1. Принять предложение.
2. Отклонить предложение и внести свое предложение (многопериодная игра).
3. Закончить переговоры.

Наибольший интерес представляет ситуация, в которой переговоры продолжают несколько раундов. Опишем общую схему данной ситуации:

1. Игрок *A* предлагает условия «1».
2. Игрок *B* отклоняет условия «1» и вносит условия «0».
3. Игрок *A* отклоняет условия «0» и идет на уступки, в случае заинтересованности в контракте (предлагает условия меньше 1).
4. Игрок *B* может принять новые условия или отвергнуть его и выдвинуть встречное предложение (больше 0).

5. Если игроки не теряют интерес, то переговоры продолжаются до достижения конечного результата.

Введем следующие обозначения: пусть $x_{1,t}$ – предложенные игроком A условия контракта в раунде t , тогда $x_{2,t}$ – предложенные игроком B условия контракта. Под T_1 будем понимать нижнюю границу условий контракта (минимальная цена), т. е. наихудшие возможные условия, по которым продавец согласится продать товар, а под T_2 – верхнюю границу условий контракта (максимальная цена), т. е. наихудшие условия, по которым покупатель согласится купить товар.

Предприятию-покупателю товара достоверно не известны условия контракта, приемлемые для продавца (T_1), но оно вправе предположить, что минимальная цена контракта будет равна себестоимости. А предприятию-продавцу товара достоверно не известны условия (T_2), но они могут быть установлены менеджерами в зависимости от целей и планов развития компании, при этом верхняя граница цены определяется качеством или классом поставляемого товара.

Исходя из данных определений, диапазон $[0; T_1]$ окажется не приемлем для продавца, а для покупателя – диапазон $[T_2; 1]$. В этом случае соглашение может быть достигнуто лишь в диапазоне $[T_1; T_2]$, $T_1 \leq T_2$, который и образует зону согласия. В зоне согласия находится набор всех доступных решений, приемлемых для обоих игроков.

В данной работе процесс переговоров основывается на стратегии tit-for-tat [6, 9]. Согласно этой стратегии поведение игрока повторяет поведение противоположной стороны переговоров: малая уступка первого игрока, приведет к малой уступке второго, а большая уступка приведет, соответственно, к большой уступке второго игрока. Следуя работам Хендрикса и др., данная стратегия хорошо работает в автоматизированных переговорах. Ожидаемый результат переговоров E получается из уравнения:

$$x_{1,t} - 0,5(x_{1,t} - x_{2,t-1}) = E.$$

Важным в этой схеме является факт, что исход переговоров зависит от предложения и контрпредложения. Найдем предложения, позволяющие достичь заданные игроком цели. Согласно стратегии tit-for-tat, первый игрок будет выбирать предложения исходя из уравнения $0,5(x_1 + x_2) = T_1$, а второй игрок – из уравнения $0,5(x_1 + x_2) = T_2$. Предложение первого игрока будет определяться зависимостью $x_{1,t} = 2T_1 - x_{2,t-1}$, предложение второго игрока – $x_{2,t} = 2T_2 - x_{1,t}$ [10].

Переговоры в этом случае должны закончиться между начальными предложениями игроков, ровно посередине. В реальности результат переговоров не обязательно находится в середине, для получения реалистичных результатов необходимо учитывать силы сторон переговоров.

Силы сторон переговоров

С этой целью нами введены коэффициенты β_1, β_2 , определяющие данные силы. Чем выше коэффициент β_1 , тем больше сила продавца, соответственно, тем ближе будет конечный результат переговоров к « T_2 ». Чем больше коэффициент β_2 , тем ближе будет конечный результат переговоров к « T_1 ».

Интегральный показатель силы продавца можно определить экспертным путем:

$$K_A = \sum_i \Pi \xi_i(s_1, r, k_{rep,1}),$$

где K_A – интегральный показатель силы продавца, s_1 – доля рынка продавца в процентах, r – уникальные характеристики товара, $k_{rep,1}$ – коэффициент репутации продавца,

ξ_i – вес фактора, $\xi_i \in (0,1)$ $\sum \xi_i = 1$. Под уникальными характеристиками товара будем понимать те специфические черты или свойства, которые отличают поставляемую продукцию от продукции конкурентов. Данные черты являются не обязательными, но желаемыми для покупателя (например, удобство упаковки).

Остановимся на репутации более подробно. Общеизвестно, что в состав факторов, влияющих на репутацию, входят качество поставляемого товара, забота об экологии, профессионализм управленческого персонала, политика по управлению персоналом и социальная ответственность. Факторы измеряются в баллах, каждому фактору присвоен свой вес $w_i \in (0,1)$; $\sum w_i = 1$, назначаемый экспертом.

Коэффициент репутации продавца рассчитывается следующим образом:

$$k_{rep,1} = w_1q + w_2e + w_3\psi + w_4\pi + w_5d,$$

где q – качество продукции, e – забота об экологии, ψ – профессионализм управленческого персонала, π – политика по управлению персоналом и социальная ответственность, d – надежность поставщика.

Интегральный показатель силы покупателя определяется по формуле:

$$K_B = \sum_j \Pi \xi_j(s_2, k_{rep,2}),$$

где K_B – интегральный показатель силы покупателя, s_2 – доля рынка покупателя в процентах, $k_{rep,2}$ – коэффициент репутации покупателя.

Расчет коэффициента репутации покупателя производится аналогично расчету коэффициента репутации продавца. Далее для получения нормированных оценок силы игроков необходимо преобразовать полученные результаты:

$$\beta_1 = \frac{K_A}{K_A + K_B}; \beta_2 = \frac{K_B}{K_A + K_B}.$$

Определение числа раундов переговоров

Итак, определив силы сторон переговоров, можно модифицировать стратегию tit-for-tat следующим образом:

В ходе переговоров игрок A будет выдвигать предложения, исходя из уравнения:

$$\beta_1 x_{1,t} + \beta_2 x_{2,t-1} = T_1,$$

поэтому предложение игрока A будет следующим:

$$x_{1,t} = \frac{T_1 - \beta_2 x_{2,t-1}}{\beta_1} = \frac{1}{\beta_1} T_1 - \frac{\beta_2}{\beta_1} x_{2,t-1}.$$

В свою очередь, игрок B будет выдвигать предложения, исходя из уравнения

$$\beta_1 x_{1,t} + \beta_2 x_{2,t} = T_2,$$

поэтому предложение игрока B будет следующим:

$$x_{2,t} = \frac{T_2 - \beta_1 x_{1,t}}{\beta_2} = \frac{1}{\beta_2} T_2 - \frac{\beta_1}{\beta_2} x_{1,t}.$$

Теперь можно вывести формулы для описания процесса переговоров. Стартовые предложения игроков A и B равны:

$$x_{1,0} = 1; x_{2,0} = 0.$$

В первом раунде игроки сделают следующие ходы:

$$x_{1,1} = \frac{1}{\beta_1} T_1 - \frac{\beta_2}{\beta_1} \cdot 0; \quad x_{2,1} = \frac{1}{\beta_2} T_2 - \frac{1}{\beta_2} T_1.$$

Во втором раунде:

$$\begin{aligned} x_{1,2} &= \frac{1}{\beta_1} T_1 - \frac{\beta_2}{\beta_1} \left(\frac{1}{\beta_2} T_2 - \frac{1}{\beta_2} T_1 \right) = \\ &= \frac{1}{\beta_1} T_1 - \frac{1}{\beta_1} T_2 + \frac{1}{\beta_1} T_1 = \frac{2}{\beta_1} T_1 - \frac{1}{\beta_1} T_2, \\ x_{2,2} &= \frac{1}{\beta_2} T_2 - \frac{\beta_1}{\beta_2} \left(\frac{2}{\beta_1} T_1 - \frac{1}{\beta_1} T_2 \right) = \\ &= \frac{1}{\beta_2} T_2 - \frac{2}{\beta_2} T_1 + \frac{1}{\beta_2} T_2 = \frac{2}{\beta_2} T_2 - \frac{2}{\beta_2} T_1. \end{aligned}$$

В n -м раунде:

$$\begin{aligned} x_{1,n} &= \frac{n}{\beta_1} T_1 - \frac{n-1}{\beta_1} T_2, \\ x_{2,n} &= \frac{n}{\beta_2} T_2 - \frac{n}{\beta_2} T_1. \end{aligned}$$

Таким образом, зная, какие предложения выдвинут игроки в каждом из раундов,

можно определить число раундов переговоров:

$$\frac{n}{\beta_1} T_1 - \frac{n-1}{\beta_1} T_2 \leq T_2; \quad \frac{n}{\beta_2} T_2 - \frac{n}{\beta_2} T_1 \geq T_1,$$

или записав одним уравнением:

$$\frac{n}{\beta_2} T_2 - \frac{n}{\beta_2} T_1 \geq \min\{T_1, T_2\}.$$

Поскольку $\min\{T_1, T_2\} = T_1$, в противном случае контракт не будет заключен, тогда

$$\frac{n}{\beta_2} T_2 - \frac{n}{\beta_2} T_1 = T_1.$$

Из последнего равенства выражаем $n(T_2 - T_1) = \beta_1 T_1$, что приводит нас к искомому числу раундов переговоров:

$$n = \left\lceil \frac{\beta_2 T_1}{T_2 - T_1} \right\rceil, \beta_1 \geq \beta_2.$$

Аналогичными рассуждениями в случае $\beta_2 > \beta_1$ получаем следующее число раундов переговоров:

$$n = \left\lceil \frac{\beta_1 T_2}{T_2 - T_1} \right\rceil, \beta_2 > \beta_1.$$

Математическая модель переговоров

Перейдем к построению модели переговоров. Разумно предположить, что в первые раунды переговоров стороны приходят к некоторому консенсусу, и в дальнейшем изменения условий контракта происходят уже в деталях. Поэтому переговоры состоят из двух фаз. В начале переговорного процесса действует первая фаза переговоров, в ней игрокам еще не известна зона согласия, и они стремятся скорее ее определить, поэтому на каждом шаге происходят значительные изменения в предложениях. В общем случае смена фазы переговоров происходит при достижении игроком зоны согласия. Вторая фаза переговоров наступает, когда зона согласия определена. В этой фазе новые предложения выдвигаются игроками значительно осторожнее (рис. 1).

Математическую модель, позволившую определить число раундов переговоров, можно использовать лишь для нахождения конечной цены контракта. Предложения промежуточных раундов, получаемые из этой модели, несостоятельны, состоятельно

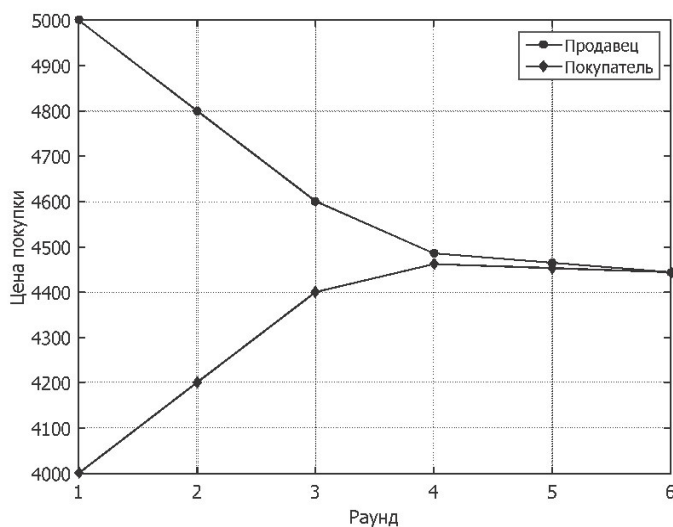


Рис. 1. Смена фаз переговоров в третьем раунде

лишь финальное предложение. Поскольку задачей менеджера по переговорам является заключение оптимального контракта, то для каждого раунда переговоров необходимо вычислять издержки, а для этого необходимо определить, каковы будут предложения игроков в промежуточных раундах.

С этой целью зададим формулы для определения промежуточных предложений игроков. Для формирования предложений игроков с учетом их сил представляется разумным воспользоваться нелинейными функциями (степенные, логарифмические либо тригонометрические функции). Применение каждой имеет свои преимущества и недостатки и в общем случае должно основываться на имеющейся статистике относительно прошедших переговоров.

В данной статье воспользуемся тригонометрической функцией тангенса как отражения силы игрока. Тангенс угла означает величину изменения противолежащего катета (изменение ординаты в декартовой системе), поскольку прилежащий катет является постоянной величиной (единичное изменение абсциссы длиной в 1 раунд = const). С ростом угла растет пройденный путь между соседними значениями предложений выбранного игрока. Для целей моделирования необходимо ограничить диапазон значений углов. Чем меньше раундов переговоров было необходимо для заключения контракта, тем ближе к 90° необходимо сдвигать диапазон углов. И, наоборот, для моделирования затяжных переговоров сдвиг диапазона необходимо осуществлять в сторону 0° .

Определим диапазон изменения углов:

$$D_{\max} = \arctan \left(\frac{\max n_{\beta_1, \beta_2, T_2, T_1}}{\min n_{\beta_1, \beta_2, T_2, T_1}} \right);$$

$$D_{\min} = \arctan(1).$$

Количество градаций в диапазоне соответствует числу градаций силы игрока в модели.

Запишем формулы, с помощью которых игроки рассчитывают свои предложения:

$$x_{1,t} = \max(x_{2,t-1}, x_{1,t-1} - (x_{1,t-2} - x_{1,t-1}) \cdot k \cdot \tan(\alpha_1)),$$

здесь α_1 – угол в градусах, тангенс которого определяет, насколько велика разница между предложениями продавца в соседних раундах, k – корректировочный коэффициент.

Предложения покупателя формируются следующим образом:

$$x_{2,t} = \min(x_{1,t}, x_{2,t-1} + (x_{2,t-1} - x_{2,t-2}) \cdot k \cdot \tan(\alpha_2)),$$

здесь α_2 – угол в градусах, тангенс которого определяет, насколько велика будет разница между предложениями покупателя в соседних раундах, k – корректировочный коэффициент.

В соответствии с указанными формулами предложения игроков последовательно приближаются друг к другу. Чем сильнее игрок, тем меньше угол, тем меньше будет разница между соседними предложениями, т. е. тем менее охотно он будет сдавать позиции. Чем слабее игрок, тем значительнее он идет на уступки. Обратимся к рис. 1. Сила продавца меньше силы покупателя, поэтому начиная с третьего раунда мы видим, что углы схождения отличаются, продавец идет на большие уступки по сравнению с покупателем.

В случае равенства сил покупателя и продавца их скорости снижаются на одинаковую величину. Последовательное выдвижение предложений игроками продолжается до достижения консенсуса в переговорах и определении конечной цены. Остановка процесса переговоров происходит, если разница в предложениях игроков становится меньше заданной величины:

$$|x_{1,t} - x_{2,t-1}| \leq \varepsilon, \text{ тогда покупатель соглашается с ценой, предложенной продавцом } (x_{2,t} = x_{1,t}).$$

В этом случае итоговая стоимость контракта V_T вычисляется следующим образом:

$$V_T = Q \cdot x_{1,T},$$

где Q – планируемый объем закупки товара, $x_{1,T}$ – размер предложения продавца в финальном раунде (принятый покупателем), T – номер финального раунда.

Транзакционные издержки в ходе переговоров

Издержки ведения переговоров являются естественным следствием взаимодействия предприятия с контрагентами как элементами внешней среды в условиях асимметрии информации, следовательно, они относятся к транзакционным издержкам [13]. Как правило, на предприятиях транзакционные издержки рассчитывают *ex post* [14] или не рассчитывают вовсе, в то время как их прогнозирование способствовало бы принятию более эффективных управленческих решений. Поэтому перед нами встала задача оценки прогнозной величины транзакционных издержек ведения переговоров и заключения контрактов промышленного предприятия. Как и остальные группы транзакционных издержек, издержки ведения переговоров включают в себя затраты и потери [15]. Для начала рассмотрим затраты. Затраты на ведение переговоров состоят из следующих элементов:

- на подготовку информации к переговорам;
- представительские расходы;
- командировочные расходы;
- на услуги юриста, нотариуса;
- на экспертное сопровождение сделки.

Затраты на подготовку информации к переговорам являются самыми незначительными в стоимостном выражении, следовательно, можно считать их не зависящими от стоимости контракта.

Представительские расходы $C_{pred,t}$ и командировочные расходы $C_{kom,t}$ рассчитываются каждый раунд переговоров:

$$C_{kom,t} = p_{kom,t} \cdot n_{kom,t},$$

где $p_{kom,t}$ – стоимость командировки одного человека, $n_{kom,t}$ – число командированных.

Затраты на услуги юриста, нотариуса, а также на экспертное сопровождение сделки зависят от конечной суммы контракта. Оплата данных специалистов проводится как заданный процент от суммы контракта:

$$C_{ex,T} = p_{ex} \cdot V_T + p_{jur} \cdot V_T + p_{not} \cdot V_T,$$

где $C_{ex,T}$ – затраты на экспертное сопровождение сделки, юристов и нотариусов, p_{ex} – ставка экспертов, p_{jur} – ставка юристов, p_{not} – ставка нотариуса.

Перейдем к рассмотрению потерь. В расчет транзакционных издержек также могут быть включены потери:

- на заключение сделки на невыгодных условиях;
- потеря поставщика, потеря покупателя;
- ухудшение репутации.

Потери от заключения сделки на невыгодных условиях с точки зрения покупателя понимаются как потери от заключения контракта на условиях, отличных от T_1 , а для продавца – отличных от T_2 . Чем больше раундов переговоров будет проведено, тем точнее будет результат переговоров соответствовать силам игроков и тем меньше будут данные потери.

С точки зрения покупателя (поставщика), потеря поставщика (покупателя) возможна в случае появления аналогичного покупателя (поставщика), предложившего лучшие условия данному поставщику (покупателю). Таким образом, потери будут включать в себя сумму, потраченную на переговоры, на поиск поставщика, а также на разницу в сумме заключения контракта между первым и вторым поставщиком. Обезопасить стороны от данного вида потерь возможно с помощью договора о намерениях, предусматривающие санкции

за смену поставщика (потребителя) в ходе переговоров. Потери от ухудшения репутации оказывают влияние при следующих переговорах.

Таким образом, нами определены два направления минимизации затрат: снижение числа раундов переговоров и снижение стоимости контракта. Также встречаются ситуации, в которых может наблюдаться оппортунистическое поведение покупателя, который пытается получить лучшую цену, недооценивая желание продавца остановиться именно на текущей цене. Однако определение оппортунистического поведения выходит за рамки данной статьи.

Цель расчета трансакционных затрат заключается в определении минимальной величины полной стоимости контракта. Полная стоимость контракта – это сумма затрат

на приобретение товара и трансакционных затрат. Раунд, в котором полная стоимость контракта минимальна, является рекомендуемым раундом завершения переговоров. Как следует из данных рис. 2, минимальная полная стоимость контракта приходится на седьмой раунд, в то время как переговоры продолжались 13 раундов, в котором стороны достигли консенсуса. Таким образом, переговоры можно было закончить в 7 раунде, приняв выдвинутое продавцом предложение.

На основе разработанной нами модели переговоров было создано программное средство, позволяющее проводить моделирование переговорного процесса для различных комбинаций сил игроков и определять точку прекращения переговоров, соответствующую минимальной величине полной стоимости контракта.

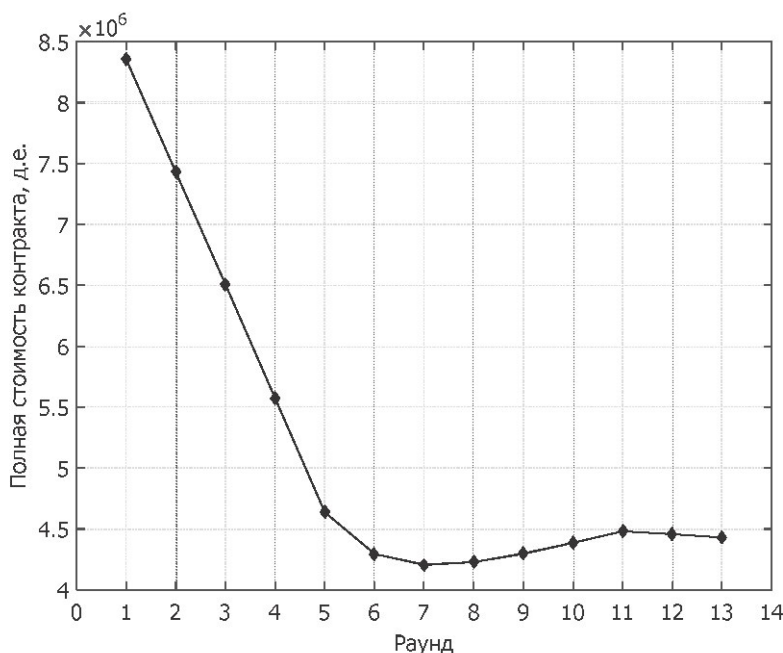


Рис. 2. Величина полной стоимости контракта по раундам

Модельный эксперимент

Для демонстрации работы программного средства проведем модельный эксперимент. Результат эксперимента интерпретируется с точки зрения покупателя, который желает приобрести 1,5 тыс. ед. некоторого товара. Переговоры проводятся по определению цены продажи, объем продукции неизменен. Покупатель согласен приобрести товар не дороже 4600 д. е. за единицу и предполагает, что продавец товара не уступит его дешевле, чем за 4400 д. е. Исходные данные эксперимента приведены в табл. 1.

В нашем случае моделирование проводилось для всех комбинаций силы продавца и покупателя, т. е. осуществлялось 10 000 прогонов модели, поэтому результаты моделирования представлены в виде трехмерных графиков. Расчет транзакционных издержек произведен с точки зрения

покупателя. На рис. 3. показаны получаемые значения цены покупки для исследуемого диапазона сил покупателя и продавца в финальном раунде переговоров (раунде n).

На рис. 4 показано число раундов, которое потребовалось игрокам для достижения консенсуса. Поясним графики на примере ситуации, в которой покупатель и продавец имеют максимальную силу. На рис. 3 видно, что конечная цена покупки близка к середине зоны согласия, а число раундов максимально. Это объясняется тем, что ни один из игроков не сдает своих позиций. По данным рис. 4 можно заключить, что наибольшее число раундов переговоров также происходит между равными по силе игроками, поскольку ни продавец, ни покупатель не согласны идти на значительные уступки.

На рис. 5 приведены результаты моделирования полной стоимости контракта с

Таблица 1

Исходные данные эксперимента

Параметр	Значение	Единицы измерения
Нижняя граница зоны согласия T_1	4400	д. е.
Верхняя граница зоны согласия T_2	4600	д. е.
Начальное предложение покупателя	4000	д. е.
Начальное предложение продавца	5 000	д. е.
Ставка юристов	0,5	%
Ставка нотариуса	1	%
Ставка экспертов	3	%
Стоимость командировки (на одного человека)	20000	д. е.
Число человек, отправленных в командировку	5	человек
Представительские расходы	0,2	%
Затраты на информацию	0,01	%
Число единиц приобретаемого товара	1 500	единиц
Затраты на раунд	30 000	д. е.
Дисконтирующий коэффициент	0,8	–
Диапазон силы продавца и покупателя	10–100	%

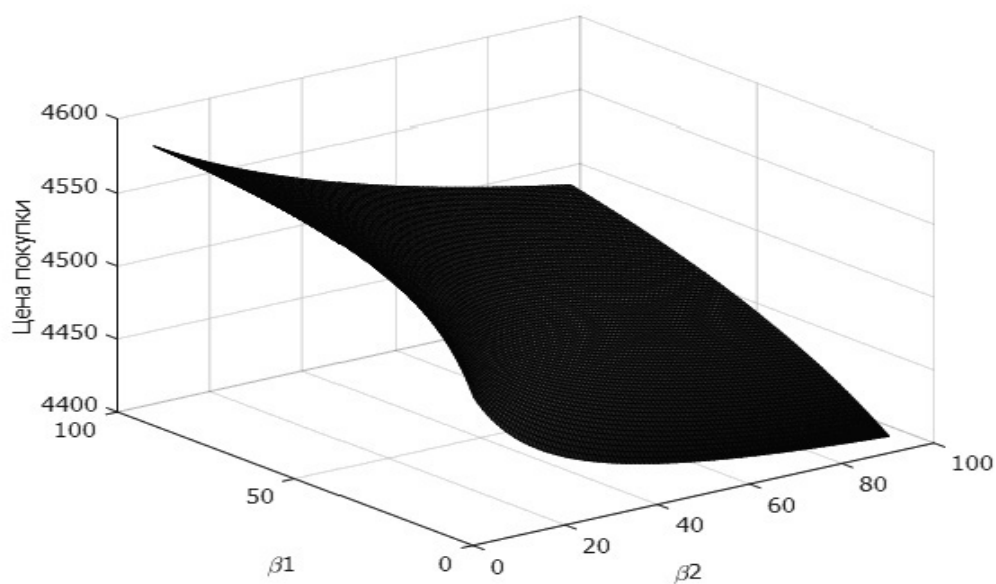


Рис. 3. Результат моделирования цены покупки единицы товара

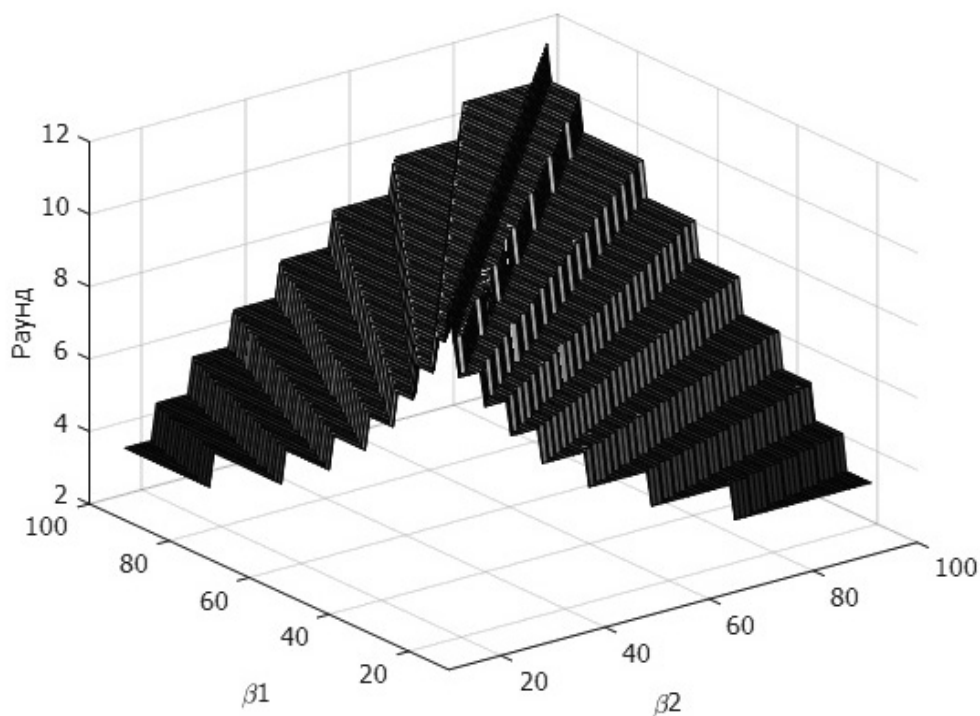


Рис. 4. Результат моделирования ожидаемого числа раундов переговоров

учетом транзакционных затрат. На графике рис. 5 видно, что дороже всего контракт обходится в том случае, если силы сторон равны (это объясняется высокой величиной транзакционных затрат вследствие большого числа раундов переговоров). Наименьшие затраты наблюдаются в случае большой силы покупателя и малой силы продавца. После моделирования была запущена процедура оптимизации величины полной стоимости контракта. Для этого рассчитывалась совокупная стоимость контракта с учетом транзакционных затрат в результате остановки переговоров при различном числе раундов, а затем отбирались минимальные значения. Как видно на рис. 6, наибольшей экономии от минимизации величины транзакционных издержек можно добиться при проведении переговоров двух равных соперников. Экономии при минимальной силе продавца и высокой силе покупателя не будет, поскольку контракт заключается уже при минимальной цене, достижимой за 2–3 раунда.

Размер экономии от оптимизации приведен на рис. 7. Максимальная сумма экономии составила 683855,66 д. е., что составляет 9 % от полной стоимости контракта. В среднем по всей моделируемой комбинации сил сторон переговоров экономия от процедуры оптимизации составила 332252,42 д. е., или 4 % от средней полной стоимости контракта. После оптимизации, величина транзакционных затрат в сумме контракта в среднем составила 11 %.

На рис. 8 показаны раунды, в которых необходимо завершить переговоры для получения минимальной полной стоимости контракта.

Таким образом, в данных условиях модельного эксперимента следует значительно ограничить число раундов переговоров, равных или близких к равным соперников. Всплеск в правой части графика может быть объяснен примененными исходными параметрами моделирования, поэтому для такой комбинации сил, согласно модели, эффект от продолжения

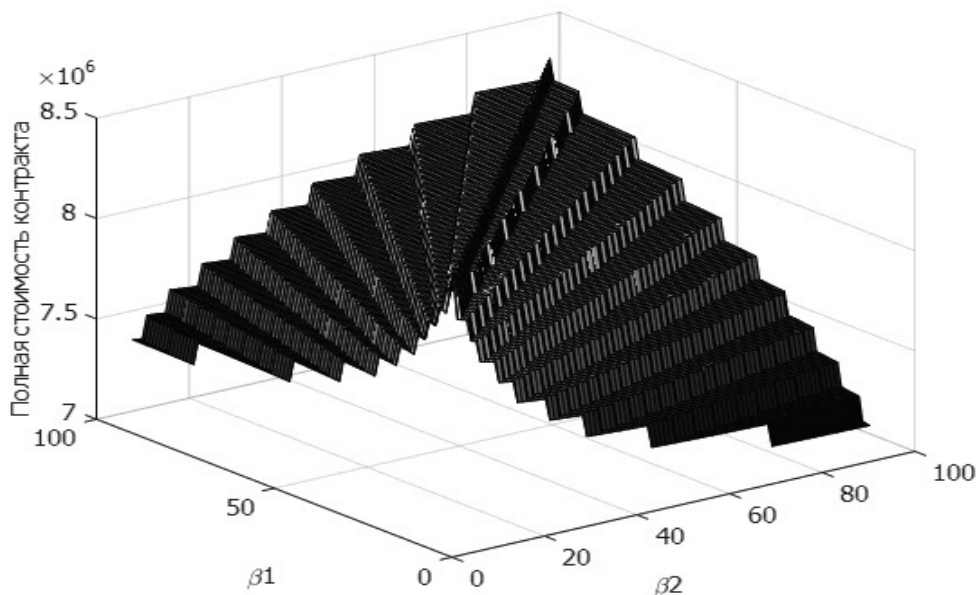


Рис. 5. Полная стоимость контракта для покупателя до оптимизации

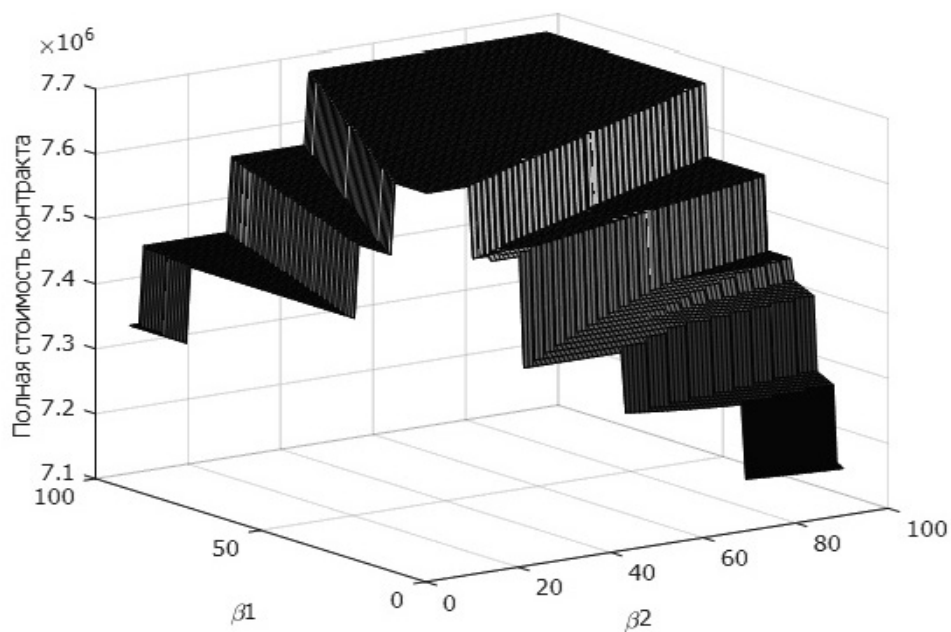


Рис. 6. Полная стоимость контракта для покупателя после оптимизации

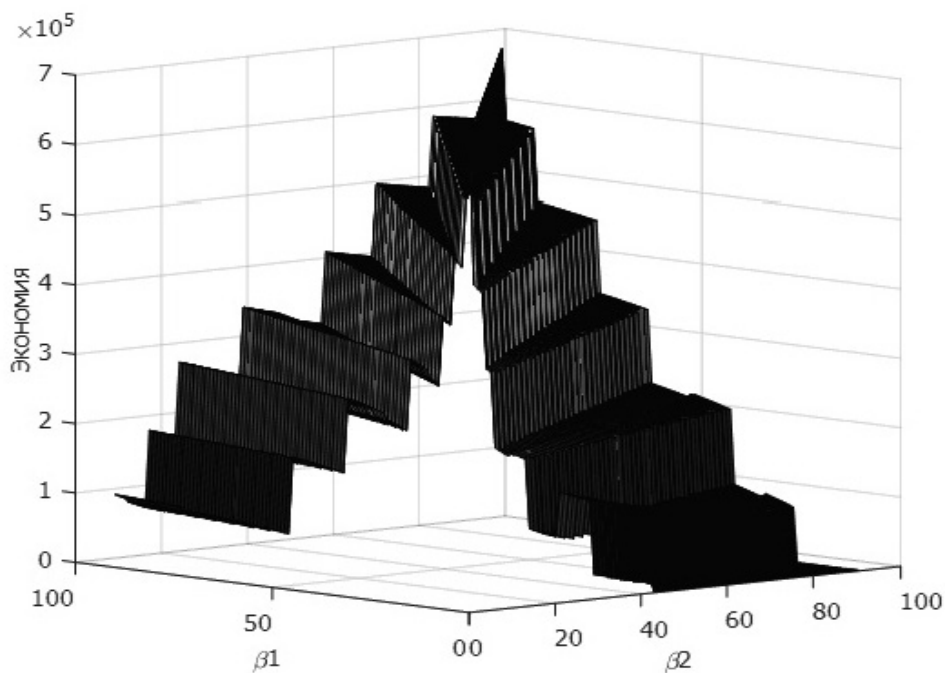


Рис. 7. Размер экономии от оптимизации полной стоимости контракта

переговоров превысит экономию от более раннего завершения раундов.

Основные выводы

В данной статье нами разработана математическая модель определения числа раундов переговоров сторон, обладающих различными силами. С помощью тригонометрических функций различия в силе нашли свое отражение на динамике изменения величин предложений игроков. Нами введены формулы для расчета величины транзакционных издержек и проведен их расчет и оптимизация полной стоимости контракта в модельном эксперименте с помощью разработанного программного средства.

Пользователь программного средства должен задать свою силу и силу продавца, после чего модель рассчитает соответствующий данным силам процесс переговоров,

осуществит поиск минимальной величины полной стоимости контракта (с учетом транзакционных затрат), выдаст рекомендацию по числу раундов переговоров и по цене, по которой следует осуществлять покупку товара для заключения контракта с наименьшей полной стоимостью.

Следует также отметить, что разработанное нами программное средство можно легко модифицировать для применения его в реальном переговорном процессе. Оно способно выдавать рекомендации о целесообразности остановки процесса переговоров при получении определенной величины предложения продавца в данном раунде.

Расчет минимума полной стоимости контракта с использованием транзакционных издержек, а не транзакционных затрат не имеет смысла без анализа дальнейшей динамики отношения покупателя товара, заключившего контракт с этим постав-

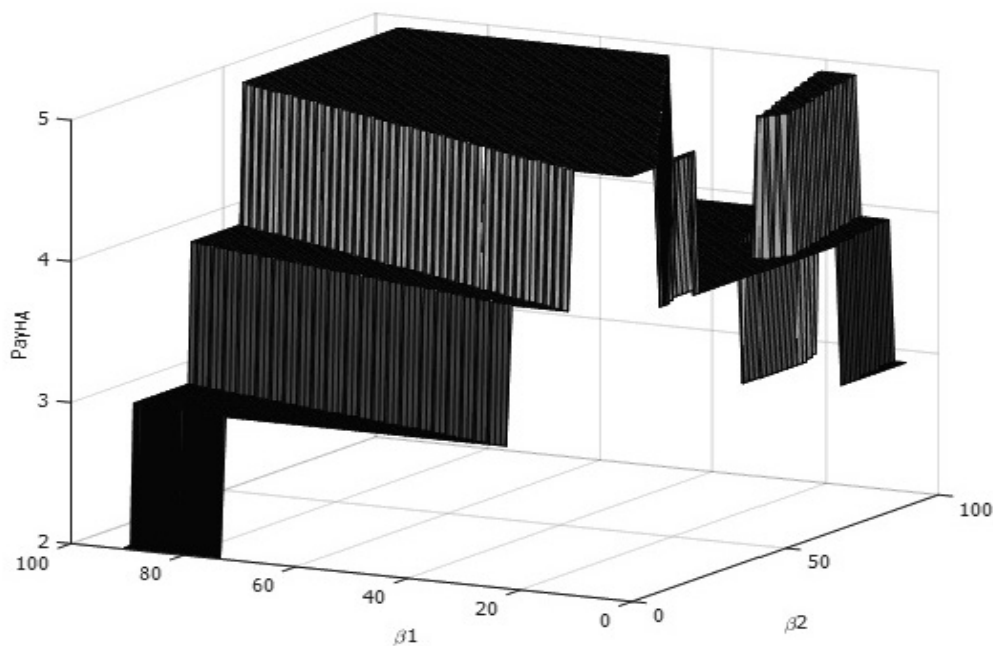


Рис. 8. Рекомендуемый раунд завершения переговоров

щиком. Заметим, что наиболее эффективное использование данного программного средства возможно именно в динамике, оно может применяться в качестве составляющей динамической модели отношений

«промышленное предприятие – поставщики», в которой учитывается время, затрачиваемое на переговоры, репутация и качество выполнения контрактных обязательств.

Список использованных источников

1. Kraus S., Sycara K., Evenchick A. Reaching agreements through argumentation: A logical model and implementation // Artificial Intelligence. 1998. Vol. 104, No 1–2. P. 1–69.
2. Lai G., Li C., Sycara K., Giampapa J. Literature review on multiattribute negotiations. Technical Report CMU-RI-TR-04-66. Carnegie Mellon University, Robotics Institute, 2004. 35 p.
3. Fatima S., Wooldridge M., Jennings N.R. An analysis of feasible solutions for multi-issue negotiation involving nonlinear utility functions // AAMAS '09: Proceedings of the 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems. Budapest, 2009. P. 1041–1048.
4. Nash J. Noncooperative games // Annals of Mathematics. 1951. Vol. 54, No 2. P. 286–295.
5. Rubinstein A. Perfect equilibrium in a bargaining model // Econometrica. 1982. Vol. 50, Is. 1. P. 97–109.
6. Fatima S., Wooldridge M., Jennings N. An agenda-based framework for multi-issue negotiation // Artificial Intelligence Journal. 2004. Vol. 152, No 1. P. 1–45.
7. Hindriks K., Tykhonov D. Opponent model in automated multi-issue negotiation // Seventh International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2008). Vol. 1. IFAAMAS, Richland, 2008. P. 331–338.
8. Lai G., Sycara K., Li C. A decentralized model for multi-attribute negotiations with incomplete information and general utility functions // Rational, Robust, and Secure Negotiations in Multi-Agent Systems / ed. T. Ito, H. Hattori, M. Zhang, T. Matsuo. Vol. 89. Berlin: Springer, 2008. P. 39–58.
9. Chen S., Weiss G. An efficient and adaptive approach to negotiation in complex environments // Frontiers in Artificial Intelligence and Applications. Vol. 242. Amsterdam: IOS Press, 2012. P. 228–233.
10. Hendriks M., Hendriks T., Jonker C. The benefits of opponent model in negotiation // Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies. WI-IAT '09. IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences, 2009. P. 439–444.
11. An B., Sim K.M., Tang L.G., Miao C.Y., Shen Z.Q., Cheng D.J. Negotiation Agents' Decision Making Using Markov Chains // Rational, Robust, and Secure Negotiations in Multi-Agent Systems / ed. T. Ito, H. Hattori, M. Zhang, T. Matsuo. Vol. 89. Berlin: Springer, 2008. P. 3–24.
12. Fatima S., Wooldridge M., Jennings N. Bargaining with incomplete information // Annals of Mathematics and Artificial Intelligence. 2005. Vol. 44, No 3. P. 207–232.
13. Антоненко Е.В. К раскрытию сущности и классификации транзакционных издержек // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. 2015. Т. 9, № 1. С. 74–80.
14. Buckley P.J., Chapman M. The perception and measurement of transaction costs // Cambridge Journal of Economics. 1997. Vol. 21, Is. 2. P. 127–145.
15. Klaes M. The history of the concept of transaction costs: Neglected aspects // Journal of the History of Economic Thoughts. 2000. Vol. 22, No 2. P. 191–216.

Antonenko E.V., post-graduate student,
*South Ural State University (National Research University),
Chelyabinsk, Russia*

NEGOTIATION TRANSACTION COSTS ESTIMATION OF AN INDUSTRIAL ENTERPRISE

The article describes the negotiation process between a supplier and an industrial enterprise. The mathematical model of this process is developed. We consider a bargaining game between two players with conflicting interests. Two phases of negotiations are identified. In the first phase, the players make significant changes in their offers. This happens before the zone of agreement is reached. After that, the second phase begins. In the second phase, the players change their offers much more cautiously. The number of rounds that the negotiations may take before they are completed is determined on the basis of the tit-for-tat strategy. In this strategy, one party adjusts its behavior to the behavior of the other party. In accordance with the expected number of rounds of negotiations, the player's offers are formed in the model. To get realistic results, each player is assigned a coefficient of force that determines the effectiveness of the negotiation process. We present a technique for calculating the coefficients for the buyer's and the seller's force. An industrial enterprise's bargaining and negotiation transaction costs classification is introduced as well as formulas for their calculation. We develop software that allows you to carry out simulation of the bargaining process and determine the expected number of rounds of negotiations, the final price of the contract, the size of transaction costs of an industrial enterprise in each round, and allows you to find the optimal total contract price with respect to transaction costs. We use the model experiment to show the work of the software. Transaction costs estimation and optimization of the total contract price is done. The results of this research can be used by industrial enterprises for assessing the total value of contracts with respect to transaction costs. The most effective use of this software is possible as part of a dynamic model of relations between an industrial enterprise and a group of suppliers. This model takes into account the time spent on negotiations, reputation and quality of fulfilling the contractual obligations

Key words: modelling negotiations; buyer's force; seller's force, negotiation transaction cost estimation; total contract value optimization.

References

1. Kraus, S., Sycara, K., Evenchick, A. (1998). Reaching agreements through argumentation: A logical model and implementation. *Artificial Intelligence*, Vol. 104, No 1-2, 1–69.
2. Lai, G., Li, C., Sycara, K., Giampapa, J. (2004). *Literature review on multiattribute negotiations*. Technical Report CMU-RI-TR-04-66. Carnegie Mellon University, Robotics Institute, 35.
3. Fatima, S., Wooldridge, M., Jennings, N.R. (2009). An analysis of feasible solutions for multi-issue negotiation involving nonlinear utility functions. *AAMAS '09: Proceedings of the 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems*. Budapest, 1041–1048.
4. Nash, J. (1951). Noncooperative games. *Annals of Mathematics*, Vol. 54, No 2, 286–295.

5. Rubinstein, A. (1982). Perfect equilibrium in a bargaining model. *Econometrica*, Vol. 50, Issue 1, 97–109.
6. Fatima, S., Wooldridge, M., Jennings, N. (2004). An agenda-based framework for multi-issue negotiation. *Artificial Intelligence Journal*, Vol. 152, No 1, 1–45.
7. Hindriks, K., Tykhonov, D. (2008). Opponent model in automated multi-issue negotiation. *Seventh International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems (AAMAS 2008)*, Vol. 1. IFAAMAS, Richland, 331–338.
8. Lai, G., Sycara, K., Li, C. (2008). A decentralized model for multi-attribute negotiations with incomplete information and general utility functions. *Rational, Robust, and Secure Negotiations in Multi-Agent Systems*, Editors T. Ito, H. Hattori, M. Zhang, T. Matsuo, Vol. 89. Berlin, Springer, 39–58.
9. Chen, S., Weiss, G. (2012). An efficient and adaptive approach to negotiation in complex environments. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, Vol. 242. Amsterdam, IOS Press, 228–233.
10. Hendriks, M., Hendriks, T., Jonker, C. (2009). The benefits of opponent model in negotiation. *Web Intelligence and Intelligent Agent Technologies. WI-IAT '09*. IEEE/WIC/ACM International Joint Conferences, 439–444.
11. An, B., Sim, K.M., Tang, L.G., Miao, C.Y., Shen, Z.Q., Cheng, D.J. (2008). Negotiation Agents' Decision Making Using Markov Chains *Rational, Robust, and Secure Negotiations in Multi-Agent Systems*, Editors T. Ito, H. Hattori, M. Zhang, T. Matsuo, Vol. 89. Berlin, Springer, 3–24.
12. Fatima, S., Wooldridge, M., Jennings, N. (2005). Bargaining with incomplete information. *Annals of Mathematics and Artificial Intelligence*, Vol. 44, No 3, 207–232.
13. Antonenko, E.V. (2015). K raskrytiyu sushchnosti i klassifikatsii transaktsionnykh izderzhhek [To disclosure of essence and classification of transaction expenses]. *Vestnik Iuzhno-Ural'skogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Ekonomika i menedzhment [Bulletin of the South Ural State University. Series "Economics and Management"]*, Vol. 9, No 1, 74–80.
14. Buckley, P.J., Chapman, M. (1997). The perception and measurement of transaction costs. *Cambridge Journal of Economics*, Vol. 21, Issue 2, 127–145.
15. Klaes, M (2000). The history of the concept of transaction costs: Neglected aspects. *Journal of the History of Economic Thoughts*, Vol. 22, No 2, 191–216.

Information about the author

Antonenko Elizaveta Victorovna – Post-Graduate Student, Department of Applied Mathematics, South Ural State University (National Research University), Chelyabinsk, Russia (454080, Chelyabinsk, Pr. Lenina, 76); e-mail: Elizaveta.Antonenko@susu.ru.